

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Profil Perusahaan

HidroponikBdg merupakan sebuah bisnis pribadi dibidang agrikultur dengan memanfaatkan sistem hidroponik. Berawal dari hobi, Bapak Feisa Januar Firmansyah merintis usaha ini dari tahun 2014. Dari mulai digunakan untuk kebutuhan pribadi, terus berkembang hingga saat ini sudah menjadi *Urban Farming Partner* bagi siapapun yang ingin belajar dan memulai usaha sayuran hidroponik. Lokasi HidroponikBDG berada di Komp. Fadjar Raya, Jl. Jati No. B2-03, Cimahi. Berikut adalah gambar dari budidaya sayuran di HidroponikBDG:



Gambar 2.1 HidroponikBDG

(Sumber: Galeri HidroponikBDG)

2.2 Logo Perusahaan

Berikut merupakan logo dari HidroponikBDG:



Gambar 2.2 Logo HidroponikBDG

(Sumber: www.instagram.com/hidroponikbdg/)

2.3 Landasan Teori

2.3.1 Internet Of Things

Internet of Things (IoT) adalah suatu benda yang didalamnya tertanam elektronik, perangkat lunak, sensor, dan konektivitas. Konsep dari IoT adalah dimana suatu objek dapat berfungsi untuk mentransfer data melalui jaringan internet menuju manusia atau komputer tanpa memerlukan interaksi dari manusia [11]. Dengan semakin berkembangnya infrastruktur internet, maka tidak hanya *smartphone* dan komputer saja yang dapat tersambung ke jaringan internet, tetapi berbagai benda pun juga dapat terhubung dengan internet, seperti mobil, peralatan elektronik, peralatan yang dipakai manusia/*wearables*, mesin produksi, atau benda lainnya yang tersambung ke jaringan internet menggunakan sensor yang tertanam di dalamnya.

Teknologi IoT sudah banyak diterapkan di berbagai bidang, seperti di bidang medis, industri, geografis, informatika, pertanian, peternakan, dan bidang yang lainnya. IoT memanfaatkan sensor cerdas dan peralatan pintar yang dipadukan. Dengan kemampuan yang dimilikinya.

2.3.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi merupakan sebuah komputer papan tunggal berukuran kartu kredit yang berfungsi untuk menjalankan program layaknya sebuah komputer, seperti mengolah kata, mengolah angka, bermain *game*, hingga memutar video dengan kualitas *high definition*. Perbedaannya adalah spesifikasi dari raspberry pi lebih rendah dari komputer pada umumnya. Raspberry Pi sendiri menggunakan SoC (System-on-a-chip) ARM yang dikemas dan diintegrasikan diatas PCB. Perangkat ini menggunakan kartu SD untuk booting dan penyimpanan jangka panjang [12].



Gambar 2.3 Raspberry Pi

2.3.2.1 Sistem Operasi

Ada beberapa macam operasi sistem yang kompatibel dengan raspberry pi, seperti Raspbian, OSMC, OpenELEC, RISC OS, Windows IoT Core, dan yang lainnya. Salah satu OS yang kompatibel dengan raspberry pi adalah Raspbian. Raspbian merupakan sebuah sistem operasi linux yang diturunkan dari distro Debian, dibuat khusus untuk perangkat keras Raspberry Pi dan didukung secara resmi [13].

Dipilihnya raspbian sebagai OS yang terinstal di raspberry pi pada penelitian ini adalah karena raspbian merupakan OS yang umum dipakai, sehingga banyak petunjuk dan referensi dalam penggunaannya. Dengan banyaknya referensi diharapkan akan memudahkan dalam proses pembangunan sistem ini.

2.3.2.2 Sensor Suhu dan Kelembapan

Sensor suhu (*temperature sensors*) merupakan suatu komponen yang berfungsi mengubah besaran panas menjadi besaran listrik sehingga bisa mendeteksi perubahan suhu pada suatu objek. Dengan melakukan pengukuran terhadap panas atau dingin yang dihasilkan oleh suatu objek, sensor suhu memungkinkan untuk mengetahui perubahan suhu yang terjadi baik dalam keluaran analog maupun digital.

Pada *internet of things* terdapat beberapa macam jenis modul yang berfungsi untuk mendeteksi perubahan suhu, misalnya DHT11, DHT22, dan DS18B20. Untuk sensor DHT11 sendiri adalah suatu perangkat yang tergolong ekonomis yang mampu mengukur kelembapan relatif antara 20 – 90% RH dalam kisaran suhu operasi 0 – 50 ° C dengan akurasi 5% RH. Sedangkan untuk suhu diukur dalam kisaran 0 hingga 50 ° C dengan akurasi ± 2 ° C [14].



Gambar 2.4 Sensor DHT11

(Sumber: <https://www.makerfabs.com>)

2.3.2.3 Sensor pH

PH (*potential of hydrogen*) adalah konsentrasi ion hidrogen pada suatu larutan.

Sedangkan pH meter yaitu alat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (keasaman atau alkalinitas) dari cairan [15]. Kisaran rentang pH adalah 1-14, dimana jika pH kurang dari 7 menandakan zat bersifat asam. Untuk pH dengan nilai 7 menandakan zat bersifat netral. Sedangkan pH dengan nilai lebih besar dari 7 berarti zat bersifat basa.

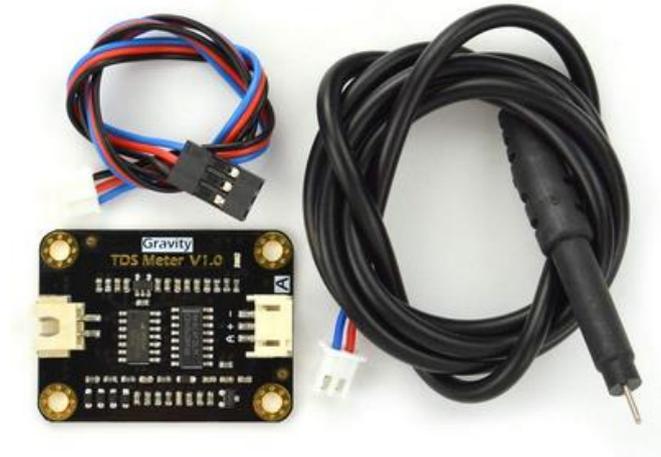


Gambar 2.5 Sensor pH Meter

(Sumber: <https://wiki.dfrobot.com>)

2.3.2.4 Sensor TDS

TDS (*Total Dissolve Solid*) merupakan indikator jumlah partikel atau zat baik berupa senyawa organik maupun anorganik. Satuan yang digunakan biasanya adalah ppm (*part per million*) atau miligram per liter (mg/l) untuk pengukuran konsentrasi massa kimiawi yang menunjukkan seberapa banyak suatu zat dalam satu liter cairan [16]. Sensor TDS menggunakan konduktivitas listrik, dimana *probe* ditenankan pada larutan kemudian rancangan pengolah sinyal akan menghasilkan *output* berupa konduktivitas dari larutan tersebut [6].



Gambar 2.6 Sensor TDS

(Sumber: www.amazon.com)

2.3.2.5 Sensor Raindrop

Sensor *Raindrop* merupakan sensor yang berfungsi untuk mendeteksi apakah terjadi hujan atau tidak. Ketika tetesan hujan jatuh pada garis nikel, tetesan menghubungkan garis tersebut secara paralel sehingga mengurangi resistansi. Oleh karena itu penurunan tegangan melintasi garis juga berkurang. Jadi ketika penurunan tegangan kurang dari nilai tertentu maka menandakan terjadinya hujan [17].



Gambar 2.7 Sensor Raindrop

(Sumber: <https://indonesian.alibaba.com>)

2.3.3 Python

Python adalah sebuah bahasa pemrograman tingkat tinggi, *interpreted*, dan berorientasi objek dengan semantik dinamis. Python dapat dioperasikan di berbagai macam platform, seperti *Linux*, *Mac*, dan *Windows*. Karena bahasa yang sederhana dan dapat dikombinasikan dengan berbagai macam modul siap pakai, membuat python cenderung mudah untuk dipelajari.

Pada penelitian ini digunakanlah bahasa pemrograman python karena bahasa pemrograman ini sudah termasuk didalam raspbian, dan memiliki banyak *libraries* yang dapat mendukung proses pembuatan sistem.

Terdapat beberapa ciri/fitur pada bahasa python [18], seperti:

1. Sederhana
2. Portabel
3. *Open source*
4. Mendukung teknologi lain
5. *Extensible* dan *Embeddable*
6. Bahasa interpretasi tingkat tinggi.



Gambar 2.8 Python

(Sumber: www.pinterest.com)

2.3.4 XAMPP

Xampp adalah sebuah software web server apache yang didalamnya tertanam server MySQL dengan dukungan bahasa pemrograman PHP [19]. Huruf “X” pada xampp diartikan sebagai “*cross platform*” yang menandakan bahwa

xampp dapat dijalankan di berbagai sistem operasi yang berbeda seperti Linux, Mac, Windows, dan Solaris. Huruf “A” pada xampp adalah apache yang merupakan aplikasi webserver yang bersifat *open source*. Huruf “M” pada xampp adalah MySQL atau MariaDB yaitu database server. Sedangkan dua huruf “P” pada xampp yaitu bahasa pemrograman PHP dan Pearl.

Xampp digunakan sebagai webserver dalam penelitian ini. Gunanya adalah untuk memudahkan dalam proses pembangunannya, karena tempatnya masih di *local* sehingga lebih mudah untuk proses testing.



Gambar 2.9 Xampp Logo

(Sumber: www.apachefriends.org)

2.3.5 Basis Data

Basis data adalah sistem yang berfungsi untuk mengelola data pada sistem komputer. Data yang ada dalam *database* memiliki berbagai tingkatan dan diklasifikasikan dalam hirarki. Ada beberapa fungsi dari database [20], yaitu :

1. Memudahkan identifikasi data
2. Meminimalisir data ganda
3. Memudahkan user dalam input data
4. Penyimpanan digital
5. Menjadi alternatif ruang penyimpanan aplikasi.

Sedangkan Database *Management System* adalah sebuah perangkat lunak yang berguna untuk memudahkan dalam memusatkan, mengelola, dan menyediakan data akses untuk program aplikasi. DBMS bertindak sebagai antarmuka antara file data fisik dan antarmuka program. Dengan adanya DBMS akan memudahkan tugas seorang programmer dalam memahami bagaimana data sebenarnya disimpan, dengan membagi tampilan menjadi 2 bagian yaitu *logical display* dan *physical display*. Terdapat berbagai macam DBMS seperti PostgreSQL, Microsoft Access, MySQL, Oracle, dan masih banyak lagi [21].

2.3.5.1 MySQL

MySQL adalah salah satu jenis DBMS yang cukup terkenal. Untuk mengakses *database*-nya menggunakan bahasa SQL. Ada 2 versi yaitu versi berlisensi FOSS Licence Exception dan versi komersialnya. Tersedia untuk beberapa platform seperti windows dan linux. Untuk lebih memudahkan dalam melakukan administrasi, bisa menggunakan software seperti phpmyadmin dan SQLyog [20].



Gambar 2.10 Mysql Logo

(Sumber: www.logo.wine)

Beberapa keuntungan dari MySQL diantaranya [21]:

1. Gratis
2. Stabil dan Tangguh
3. Fleksibel dengan berbagai macam pemrograman

4. Keamanan yang tergolong baik
5. Memiliki banyak dukungan dari komunitas
6. Kemudahan database manajemen mendukung transaksi
7. Pengembangan perangkat lunak cukup cepat

2.3.6 PHP

PHP (PHP: Hypertext Preprocessor) adalah sebuah bahasa pemrograman *server-side* yang dapat digunakan secara gratis dan bersifat *open source*. PHP merupakan salah satu bahasa pemrograman populer dari sekian banyak bahasa pemrograman lainnya. Dalam perkembangannya, bahasa ini telah dikritik karena tidak memadai dalam mendukung pemeliharaan *software* berskala besar [22].

Karena sistem yang dibangun akan bersifat online, maka harus menggunakan bahasa pemrograman yang mendukung. Php merupakan bahasa pemrograman yang paling umum jika ingin membangun aplikasi berbasis web.



Gambar 2.11 Logo PHP

(Sumber: www.php.net)

2.3.7 Framework

Framework adalah kerangka kerja yang berguna untuk mengembangkan suatu aplikasi, baik berbasis desktop maupun berbasis website. Contoh dari framework yang ada adalah Ruby on Rails, CodeIgniter, Laravel, Django, Flask dan yang lainnya. Sedangkan 3 fungsi utama dari *framework* diantaranya:

1. Program menjadi lebih terstruktur dan tersusun

2. Praktis untuk developer
3. Keamanan lebih unggul.

2.3.7.1 CodeIgniter

Codeigniter merupakan *framework open source* yang didirikan pada 28 Februari 2006. *Framework* ini digunakan untuk pengembangan aplikasi berbasis web dengan menggunakan konsep MVC (*Model, View, Controller*). *Cotroller* berfungsi untuk mengirim dan menerima *request* dari *browser*. Ketika suatu *browser* membutuhkan data, akan melakukan request ke *controller* kemudian *controller* akan meminta data ke *model*. Untuk bagian antarmuka, ditangani oleh *view*. Dari pembahasan tersebut dapat disimpulkan bahwa *controller* berperan sebagai otak, *model* berisi data, dan *view* sebagai antarmuka [23].



Gambar 2.12 Logo Codeigniter

(Sumber: <https://jos.co.id>)

2.3.8 Fuzzy Logic

Logika *fuzzy* adalah sebuah logika yang memiliki nilai kesamaran antara benar dan salah. Logika ini memiliki derajat keanggotaan dengan rentang 0 hingga 1, berbeda dengan logika tegas yang nilainya 0 atau 1. Jika pada logika tegas segala hal diekspresikan dengan hitam atau putih, maka logika *fuzzy* mengekspresikan

suatu nilai diantara hitam dan putih tersebut, yaitu abu-abu. Biasanya, logika ini digunakan dalam bidang teori keputusan, dan teori kontrol. Dalam perancangannya, logika *fuzzy* tidak memerlukan persamaan matematika dari objek yang dikendalikan. Hal tersebut yang menjadi keunggulan dari logika *fuzzy*, yaitu mampu memproses penalaran secara bahasa (*linguistic reasoning*). Sistem yang menggunakan aturan *fuzzy* merupakan area terpenting dari aplikasi himpunan *fuzzy* dan logika *fuzzy*. Dimana himpunan dan logika tersebut digunakan sebagai alat untuk merepresentasikan berbagai bentuk pengetahuan tentang masalah yang dihadapi, juga untuk memodelkan interaksi dan hubungan antar variabelnya [8].

2.3.8.1 Fungsi Keanggotaan

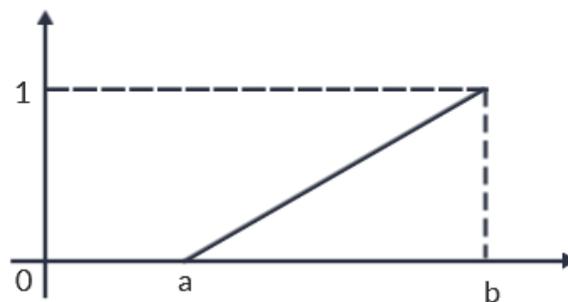
Terdapat beberapa jenis fungsi keanggotaan, diantaranya adalah sebagai berikut[24]:

1. Kurva Linear

Pada fungsi keanggotaan kurva linear, derajat keanggotaan dipetakan menjadi sebuah garis lurus. Kurva jenis ini dibagi 2 yaitu kurva linear naik dan kurva linear turun.

a. Kurva Naik

Himpunan *fuzzy* dari derajat keanggotaan 0 akan bergerak naik ke derajat keanggotaan yang lebih tinggi. Diilustrasikan pada gambar berikut:



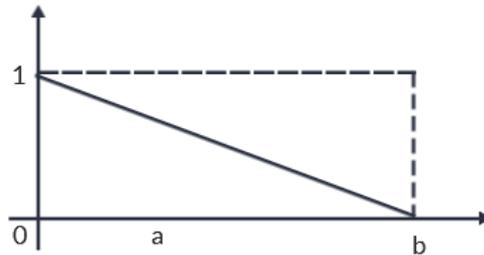
Gambar 2.13 Grafik Keanggotaan Kurva Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

b. Kurva Turun

Himpunan *fuzzy* dari derajat keanggotaan 1 akan bergerak turun ke derajat keanggotaan yang lebih rendah. Diilustrasikan pada gambar berikut:



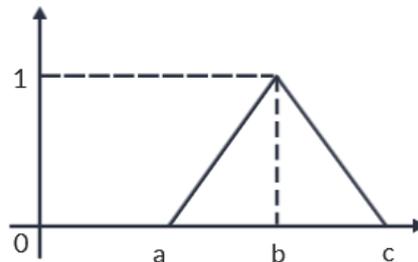
Gambar 2.14 Grafik Keanggotaan Kurva Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

2. Kurva Segitiga

Kurva segitiga merupakan kurva yang terdiri dari 2 garis, bermula dari derajat keanggotaan 0 lalu akan naik sampai derajat keanggotaan 1 pada domain berikutnya, dan kembali ke derajat keanggotaan 0 pada domain yang selanjutnya. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



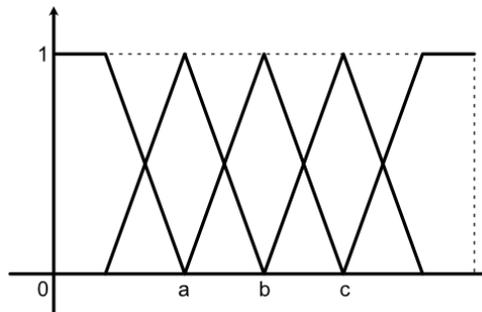
Gambar 2.15 Grafik Keanggotaan Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \\ 0; & x \geq c \end{cases}$$

3. Kurva Bahu

Kurva bahu direpresentasikan dengan bahu kiri dan kanan. Sedangkan daerah yang berada di antara bahu kiri dan kanan direpresentasikan sebagai kurva segitiga. Kurva bahu digunakan untuk mengakhiri variabel daerah *fuzzy*. Pada kurva bahu kiri, nilai derajat keanggotaan 1 turun ke nilai derajat keanggotaan 0. Sedangkan kurva bahu kanan, nilai derajat keanggotaan 0 akan naik ke nilai derajat keanggotaan 1 ke kanan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.16 Grafik Keanggotaan Kurva Bahu

Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu Kiri:

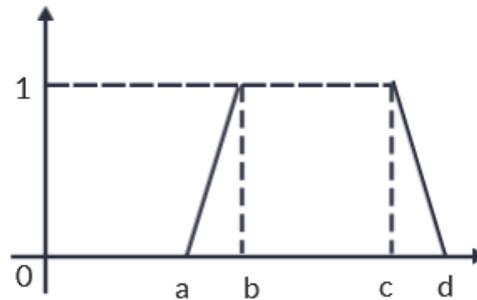
$$\mu[x] = \begin{cases} 1; & x \leq a \\ \frac{b-x}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases}$$

Fungsi Keanggotaan Kurva Bahu Kanan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq b \\ \frac{x-b}{c-b}; & b \leq x \leq c \\ 1; & x \geq c \end{cases}$$

4. Kurva Trapesium

Kurva trapesium merupakan kurva yang mirip seperti kurva segitiga, hanya saja ketika dari derajat keanggotaan 0 yang naik ke derajat keanggotaan 1, tidak langsung turun ke derajat keanggotaan 0 pada domain berikutnya, melainkan tetap pada derajat keanggotaan 1 hingga domain yang ditentukan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut:



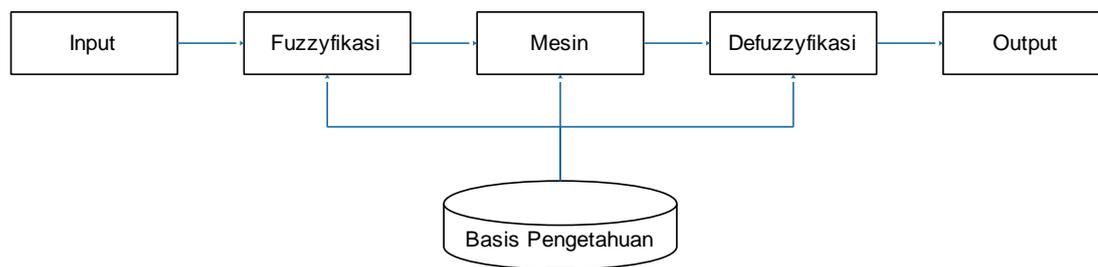
Gambar 2.17 Grafik Keanggotaan Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{c-x}{c-b}; & b \leq x \leq c \\ 0; & x \geq d \end{cases}$$

2.3.8.2 Fuzzy Inference System

Fuzzy Inference System (FIS) adalah suatu sistem yang menarik kesimpulan dari himpunan kaidah *fuzzy* dimana kaidah tersebut dapat berupa nilai eksak ataupun berdasarkan aturan (*rule based*) [25]. Cara kerja dari FIS diilustrasikan pada gambar berikut:



Gambar 2.18 Fuzzy Inference System

Ilustrasi mengenai FIS terbagi menjadi beberapa tahapan, yang dijelaskan sebagai berikut [25]:

1. Proses fuzzyfikasi yaitu merupakan proses mengubah masukan yang memiliki nilai tegas (*crisp*) menjadi variabel linguistik dengan menggunakan fungsi keanggotaan, kemudian disimpan kedalam basis pengetahuan
2. Membentuk basis pengetahuan fuzzy dengan *rule based* berbentuk IF...THEN
3. Mesin inferensi, yaitu mengubah nilai masukan fuzzy menjadi keluaran fuzzy menggunakan aturan IF...THEN yang telah ditetapkan sebelumnya.
4. Karena sering terjadinya kasus dimana terdiri lebih dari satu *rule*, maka perlu mengkombinasikan seluruh nilai dari *rule* tersebut sehingga menghasilkan satu nilai tunggal, dengan cara agregasi min.
5. Proses defuzzyfikasi, yaitu mengubah keluaran *fuzzy* yang diperoleh dari mesin inferensi kedalam nilai tegas dengan acuan fungsi keanggotaan yang sesuai dengan saat melakukan fuzzyfikasi.

2.3.9 Hidroponik

Hidroponik terdiri dari 2 kata, yaitu *hydros* (air) dan *phonos* (kerja). Dari arti kata tersebut, maka bertanam secara hidroponik memiliki arti bertanam dengan memanfaatkan air dan tanpa menggunakan media tanah. Seperti yang ditulis oleh masduki dalam jurnalnya, tanaman hidroponik adalah tanaman yang ditanam dengan menekankan akan kebutuhan nutrisi dengan memanfaatkan air dengan tanpa media tanah [1].

Membudidayakan tanaman hidroponik cenderung digemari oleh masyarakat perkotaan, karena keunggulan hidroponik adalah tidak memerlukan lahan yang luas. Selain memiliki keunggulan, hidroponik juga memiliki kekurangan yaitu petani atau pengurus tanaman harus secara teratur mengecek baik kondisi tanaman, suhu, maupun airnya. Hidroponik sendiri memiliki berbagai jenis metode atau teknik, seperti teknik rakit apung, pasang surut, *nft*, *dft*, wick, dan drip.



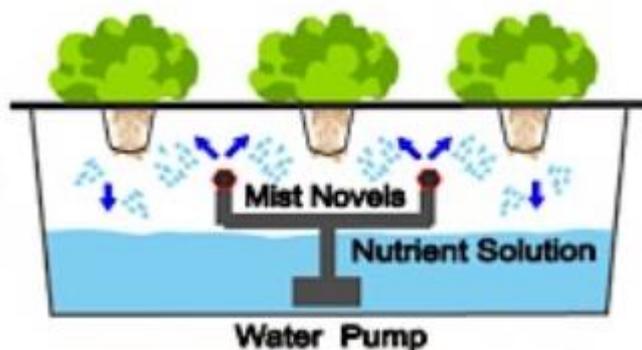
Gambar 2.19 Hidroponik dengan teknik Rakit Apung

(Sumber: <http://www.nosoilsolutions.com>)

2.3.10 Aeroponik

Aeroponik berasal dari 2 kata yaitu *aero* (udara) dan *ponus* (daya) sehingga dapat diartikan dengan memberdayakan udara. Dalam prosesnya, aeroponik berisi larutan hara yang kemudian disemburkan melalui *nozzle springkler* dalam bentuk kabut hingga mengenai akar tanaman [26].

Salah satu keunggulan dari metode ini adalah nutrisi yang larut dalam air mengandung unsur hara penting yang berguna untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat dihantarkan dengan kecepatan mencapai 135% lebih cepat dibanding metode hidroponik lainnya maupun metode dengan medium tanah [27]. Berdasarkan jurnal yang ditulis oleh Rommy, dengan interval waktu penyemprotan selama 30 detik sekali tiap 15 menit dapat menyuplai nutrisi ke akar tanaman dengan pertumbuhan yang signifikan, yaitu rata – rata tinggi tanaman 2 mm dan panjang tanaman 1 mm tiap harinya [4].



Gambar 2.20 Metode Aeroponik

(Sumber : <https://www.nosoilsolutions.com>)

2.3.11 Timun

Timun (*Cucumis sativus L*) merupakan sebuah tanaman merambat yang memiliki daun yang besar dan sulur keriting. Tanaman ini dibudidayakan untuk diambil buahnya yang biasanya digunakan sebagai sayuran segar. Timun dapat ditanam menggunakan media tanah, maupun air. Sehingga dalam proses budidayanya bisa menggunakan metode hidroponik maupun aeroponik. Beberapa manfaat dari timun diantaranya adalah menambah asupan cairan, mengurangi kadar gula darah, melancarkan pencernaan, menjaga kesehatan jantung, memelihara kepadatan tulang, meningkatkan fungsi kognitif, dan memperbaiki kondisi kulit wajah [28]. Dalam pembudidayaan timun dengan metode hidroponik, ketentuan nutrisi yang dibutuhkan tergantung dari usia timun tersebut. Pada usia 2 bulan, kebutuhan nutrisi (ppm) yang dibutuhkan adalah kisaran 1190 – 1950, sedangkan pada umur dibawah 2 bulan, ppm yang dibutuhkan lebih sedikit dari itu, yaitu sekitar 500-600 untuk usia 1 bulan [29]. Untuk keasaman air, berada pada kisaran 5.8-6 [30].

Terdapat beragam jenis timun yang sudah ditemukan hingga saat ini, salah satunya adalah timun Padang (*Coccinia Grandis*). Timun padang merupakan salah satu jenis timun yang tumbuh dari Afrika ke Asia meliputi India, Filipina, Cina, Indonesia, Malaysia, Thailand, Vietnam, Papua Nugini, dan Australia. Beberapa khasiat dari timun Padang diantaranya adalah mengobati diabetes, penyakit kulit,

dan hipertensi [31]. Berdasarkan jurnal dari Dr. Varuna, timun Padang atau *Coccinia Grandis* ini memiliki daun dengan ukuran panjang pada kisaran 5-10 cm, serta lebar 4.5-9 cm [32].



Gambar 2.21 Timun

(Sumber : <https://www.dobies.co.uk/>)

2.3.12 Analisis dan Perancangan

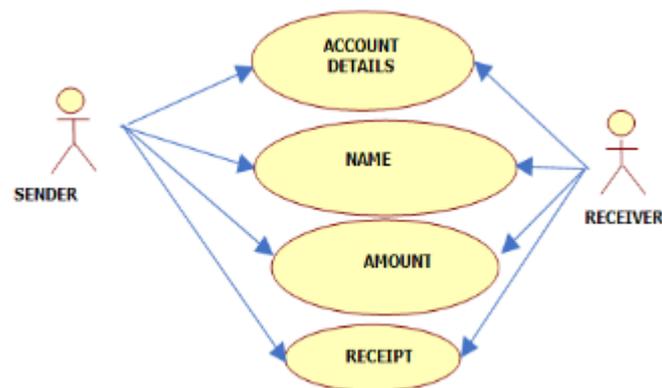
Dalam proses analisis dan perancangan sistem, digunakanlah UML dalam memodelkannya. Perangkat lunak yang digunakan untuk membuat uml adalah Star UML, dan diimplementasikan ke dalam bahasa pemrograman PHP.

2.3.12.1 Unified Modelling Language (UML)

UML adalah bahasa standar dalam memvisualisasi perancangan dan pendokumentasian sistem. UML digunakan untuk memodelkan perancangan sistem berorientasi objek. Dalam proses visualisasi sistem, UML menggunakan beberapa diagram yang sering digunakan, yaitu *use case* diagram, *activity* diagram, *sequence* diagram, dan *class* diagram.

2.3.12.2 Use Case Diagram

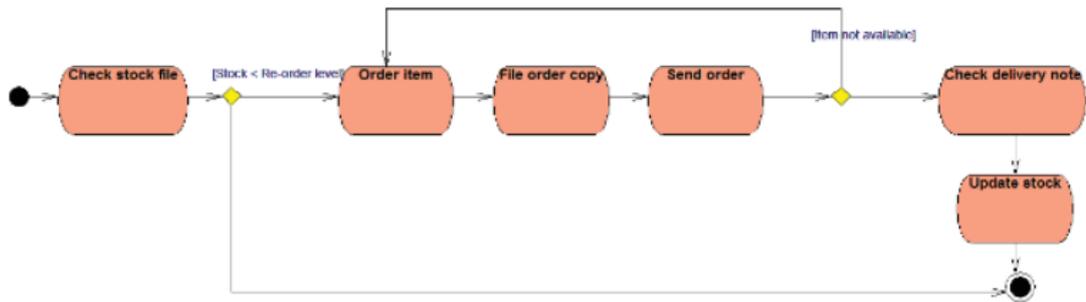
Use case diagram menggambarkan perilaku sistem, yaitu proses interaksi antara sistem dengan penggunanya tanpa menjelaskan bagaimana sistem tersebut melakukannya [33]. Menurut Kendall, *use case* diagram terdiri dari aktor, simbol *use case*, dan garis penghubung [34]. Aktor merupakan entitas eksternal yang mengacu pada peran tertentu dari pengguna sistem. Aktor berada di luar sistem dan berinteraksi dengan sistem dengan cara tertentu. Aktor tersebut bisa manusia, sistem lain, atau perangkat seperti *keyboard* atau koneksi web.



Gambar 2.22 Contoh Use Case Diagram [35]

2.3.12.3 Activity Diagram

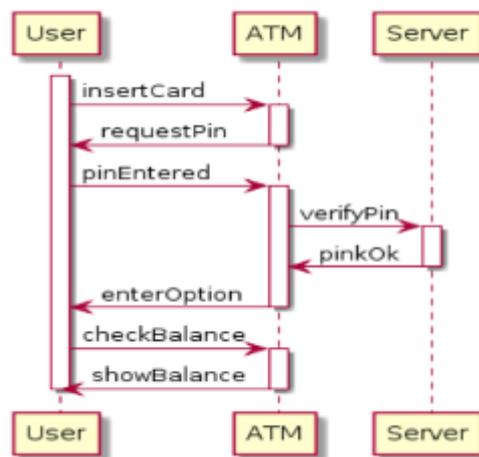
Activity Diagram adalah rancangan aliran kerja dalam sebuah sistem. Activity Diagram berguna untuk mendefinisikan aluran tampilan dari sistem tersebut. Komponen pada *activity diagram* terdiri dari lingkaran tanpa *border* (status awal diagram), panah (peristiwa yang terjadi pada waktu dan tempat), persegi panjang bulat (aktivitas), belah ketupat (keputusan atau cabang), batang persegi panjang datar (sinkronasi), garpu (aktivitas paralel), lingkaran dengan *border* (keadaan akhir) [36].



Gambar 2.23 Contoh Activity Diagram [36]

2.3.12.4 Sequence Diagram

Sequence diagram menunjukkan urutan kegiatan dan hubungan kelas. Dalam satu *use case* bisa terdiri dari satu atau lebih *sequence* diagram. Diagram ini dapat menggambarkan rangkaian interaksi antara kelas atau objek. Pada praktiknya, *sequence* diagram diturunkan dari analisis *usecase* dan digunakan untuk mendapatkan hubungan, interaksi dan metode objek dalam sistem [34].

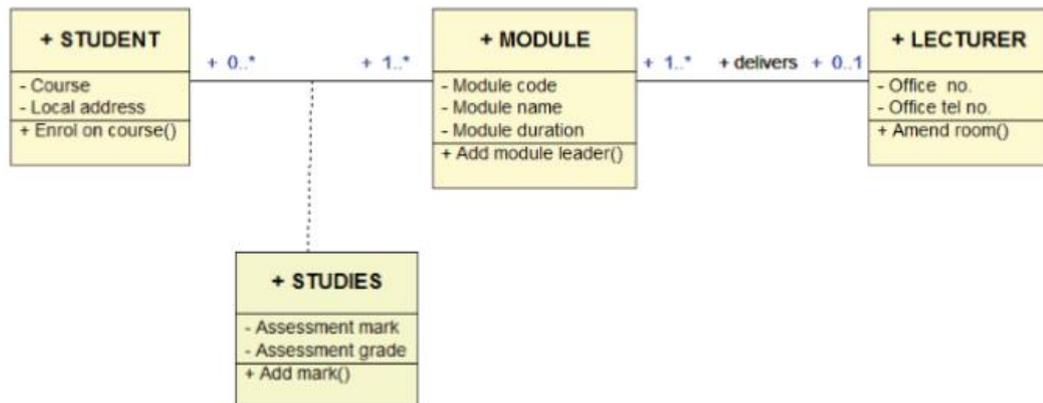


Gambar 2.24 Contoh Sequence Diagram [37]

2.3.12.5 Class Diagram

Class diagram menunjukkan fitur statis sistem dan tidak mewakili pemrosesan tertentu. *Class* diagram juga menunjukkan sifat dari hubungan antar kelas. Di dalam *class* diagram, suatu kelas diwakili oleh simbol persegi [34].

Simbol persegi pada *class* diagram berisi nama kelas, atribut, dan *method*. Atribut adalah segala hal yang diketahui tentang karakteristik suatu objek. Sedangkan *method/operation* adalah hal yang diketahui kelas tentang bagaimana melakukan sesuatu.



Gambar 2.25 Contoh Class Diagram

2.3.13 Metode Pengujian

Pengujian pada sebuah program memiliki peran yang sangat penting, yaitu guna memeriksa seluruh kesalahan pada program tersebut supaya terhindar dari hal yang dapat merugikan ketika kelak akan digunakan. Pengujian merupakan proses pelaksanaan program yang bertujuan untuk menemukan setiap kesalahan yang ada dan memperbaikinya sehingga program layak untuk digunakan [38].

2.3.13.1 Pengujian Black Box

Black box testing merupakan salah satu jenis dari metode pengujian yang ada. Pengujian ini berfokus pada spesifikasi fungsionalitas dari sebuah perangkat. Beberapa fungsi dari *black box testing* adalah untuk mendeteksi kesalahan fungsi, kesalahan *interface*, kesalahan struktur data dan *database*, serta kesalahan deklarasi dan terminasi [19]. Pengujian *black box* memiliki beberapa teknik, diantaranya *Equivalence Partitioning*, *Boundary Value Analysis*, *Robustness Testing*, *Behavior Testing*, dan *Cause-Effect Relationship Testing*.